

Белорусский государственный университет

УТВЕРЖДАЮ

Декан химического факультета БГУ
(название высшего учебного заведения)

(подпись)

(И.О.Фамилия)

(дата утверждения)

Регистрационный № УД-_____/баз.

ОСНОВЫ ЭКСТРАКЦИИ

Учебная программа для специальности

1-31 05 01 Химия (по направлениям)

Направление специальности:

1-31 05 01-04 Химическая экология

Минск

2012 г.

СОСТАВИТЕЛЬ:

Гулевич Александр Львович, профессор кафедры аналитической химии
Белорусского государственного университета

РЕЦЕНЗЕНТЫ:

Кафедра аналитической химии учреждения образования «Белорусский
государственный технологический университет»;

Д.И.Мычко – доцент кафедры неорганической химии Белорусского
государственного университета, кандидат химических наук, доцент.

РЕКОМЕНДОВАНА К УТВЕРЖДЕНИЮ:

Кафедрой аналитической химии Белорусского государственного университета
(протокол № ____ от _____ 201 г.);

Учебно-методической комиссией химического факультета Белорусского
государственного университета
(протокол № ____ от _____ 201 г.);

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Специальный курс «Основы экстракции» предназначен для химиков, специализирующихся в области экологии, и базируется на знаниях студентами основ органической химии, химических и физико-химических методов анализа, а также методов математического анализа.

Разработка экстракционных методов разделения и концентрирования невозможна без знания основополагающей характеристики любого экстракционного равновесия – константы экстракции. Константа экстракции позволяет с использованием методов математического анализа полностью рассчитать экстракционную систему и оценить эффективность экстракционного извлечения веществ различной природы.

Отличительной особенностью рецензируемого специального курса «Основы экстракции» является то, что все основные типы экстракционных процессов (молекулярная экстракция, ионообменная экстракция, экстракция ионных ассоциатов, экстракция галогенидных комплексов металлов, экстракция нейтральных внутрикомплексных соединений и др.) описываются с единых позиций – через соответствующие концентрационные и условные константы равновесий с широким привлечением принципа аддитивности свободной энергии экстракции для прогнозирования экстракционных свойств веществ самой различной природы.

Теоретические выводы, приведенные в специальном курсе, широко используются для расчета таких важных в практическом плане критериев, как степень экстракции, фактор разделения и степень концентрирования.

Лабораторные работы посвящены экспериментальным методам определения констант экстракции различных типов экстракционных реакций и формируют у студента экспериментальные навыки по оптимальному построению экстракционных систем с целью определения констант равновесия.

Цели преподавания дисциплины:

- обучить студента практическим навыкам и умениям в области исследования экстракционных равновесий, что позволит выполнять конкретные задачи в области разделения, концентрирования и аналитического определения веществ различной природы;
- сформировать у студента систему теоретических знаний, которая позволит ему в будущей профессиональной деятельности теоретически обосновывать оптимальный способ экстракционного выделения веществ различной природы.

СОДЕРЖАНИЕ УЧЕБНОГО МАТЕРИАЛА

№ раз- дела, темы	Название раздела, темы	Количество аудиторных часов			
		<i>лекции</i>	<i>практи- ческие</i>	<i>лабо- ра- тор- ные</i>	<i>КСР</i>
1.	Экстракция молекулярных форм неэлектролитов и псевдоэлектролитов.	2	4		2
2.	Принцип аддитивности Гиббса экстракционного процесса	1			
3.	Экстракция галогенидных комплексов металлов и нейтральных внутрикомплексных соединений	2	2	6	
4.	Анионообменная экстракция	2	2	6	
5.	Экстракция ионных ассоциатов	1	2		
	Итого:	8	10	12	2

СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

1. Экстракция молекулярных форм неэлектролитов и псевдоэлектролитов.

Количественные характеристики экстракции неэлектролитов: термодинамическая и концентрационная константы распределения. Степень экстракции. Методы определения концентрационных констант распределения.

Общая схема экстракции псевдоэлектролитов. Коэффициент распределения и его связь с константой распределения. Зависимость коэффициента распределения и степени экстракции от pH водного раствора и соотношения объемов фаз.

2. Принцип аддитивности энергии Гиббса экстракционного процесса

Сущность принципа аддитивности энергии Гиббса распределения. Инкременты групп и способы их расчета. Теория сольвофобного взаимодействия. Инкремент метиленовой группы как количественная мера сольвофобного взаимодействия.

3. Экстракция галогенидных комплексов металлов и нейтральных внутрикомплексных соединений.

Классификация галогенидных комплексов. Описание процесса комплексообразования в водной фазе. Устойчивость и экстракция галогенидных комплексов. Влияние природы органического растворителя.

Внутрикомплексные соединения в аналитической химии, их устойчивость и условия образования. Экстракция внутрикомплексных соединений: количественное описание через константу экстракции. Степень экстракции металла и зависимость эффективности экстракции от различных параметров.

4. Анионообменная экстракция.

Жидкие анионообменники, их свойства и использование в экстракционных системах различного типа. Количественное описание анионообменной экстракции: расчет термодинамических, концентрационных и условных констант обмена. Расчет степени экстракции.

Анионообменная экстракция неорганических, органических и металлокомплексных анионов. Использование инкрементного метода при описании экстракции гомологов. Влияние природы растворителя и экстрагента на экстрагируемость анионов. Сольватирующие добавки в анионообменной экстракции.

5. Экстракция ионных ассоциатов.

Схема экстракции ионных ассоциатов, образованных анионом слабой кислоты и катионом слабого основания. Зависимость коэффициента распределения ионного ассоциата от pH водной фазы. Теоретический расчет pH максимальной экстракции.

ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ

Практическое занятие 1. Моделирование экстракции слабых кислот и оснований. Построение зависимостей $\lg D - \text{pH}$ и $R - \text{pH}$ для псевдоэлектролитов различной природы при различном соотношении объемов фаз. Анализ полученных зависимостей.

Практическое занятие 2. Моделирование экстракции амфотерных электролитов. Построение зависимостей $\lg D - \text{pH}$ и $R - \text{pH}$ при различном соотношении объемов фаз.

Практическое занятие 3. Моделирование экстракции галогенидных комплексов металлов и внутрикомплексных соединений. Построение зависимостей $\lg D - \text{pH}$ и $R - \text{pH}$ для различных металлов и лигандов при изменяющемся соотношении объемов фаз.

Практическое занятие 4. Моделирование анионообменной экстракции анионов различной природы. Расчет констант обмена и степени экстракции аниона в зависимости от соотношения концентраций экстрагента и экстрагируемого вещества. Построение зависимостей $R - \lg(C_{\text{экстр}}/C_{\text{Ап}})$ для анионов различной экстрагируемости.

Практическое занятие 5. Моделирование экстракции ионных ассоциатов. Расчет констант экстракции и степени экстракции. Построение зависимостей $R - \text{pH}$ и использование возможностей математического пакета Mathematica для проведения символьных преобразований и для вывода конечной формулы pH максимальной экстракции.

ПРИМЕРНАЯ ТЕМАТИКА ЛАБОРАТОРНЫХ ЗАНЯТИЙ

Лабораторная работа 1. Экспериментальное определение условных констант экстракции анионных роданидных комплексов кадмия (II) растворами высших четвертичных аммониевых солей.

Лабораторная работа 2. Экспериментальное определение констант экстракции псевдоэлектролитов на примере орто-оксихинолина, бензойной кислоты и 1-нафтиламина.

Перечень вопросов для контроля самостоятельной работы студентов:

1. Коэффициент распределения псевдоэлектролита и способы его определения.
2. Влияние pH на коэффициент распределения псевдоэлектролитов.
3. Степень экстракции псевдоэлектролитов.
4. Расчет констант распределения с использованием принципа аддитивности.
5. Инкременты групп и их вклад в экстракцию веществ.
6. Комплексообразование в водной фазе.
7. Прочность галогенидных комплексов и их экстрагируемость.
8. Экстракция нейтральных внутрикомплексных соединений.
13. Анионообменный экстракционный ряд.
14. Закономерности экстракции неорганических, органических и металлокомплексных анионов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гулевич А.Л., Лещев С.М., Рахманько Е.М. Экстракционные методы разделения и концентрирования веществ. – Минск. БГУ, 2009. – 160 с.
2. Золотов Ю.А. Экстракционное концентрирование. – Москва: Химия, 1971.
3. Золотов Ю.А. Экстракция внутрикомплексных соединений. – Москва: Наука, 1968.
4. Шмидт В.С. Экстракция аминами. – Москва: Атомиздат, 1980.
5. Гиндин Л.М. Экстракционные процессы и их применение. – Москва: Наука, 1984.